

#3B.2  
日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE 2/13/02



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年12月20日

出願番号

Application Number:

特願2000-387619

出願人

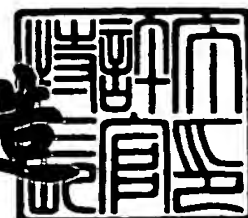
Applicant(s):

株式会社デンソー

2001年 9月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3085816

【書類名】 特許願

【整理番号】 IP5254

【提出日】 平成12年12月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01P 9/04

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 勝間田 卓

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 樋口 祐史

【特許出願人】

    【識別番号】 000004260

    【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

    【識別番号】 100100022

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊藤 洋二

    【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

    【識別番号】 100108198

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三浦 高広

    【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

    【識別番号】 100111578

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 水野 史博

    【電話番号】 052-565-9911

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038287

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回路基板 (K 1) と、半導体基板 (1 2) とを有し、

前記半導体基板には、所定方向 (x、y) へ可動となっている可動部 (3 0) と、この可動部を前記所定方向へ可動させるために前記回路基板から前記可動部に周期的な信号を入力するための入力電極 (4 0) と、前記可動部の前記所定方向への可動に基づく容量変化を前記回路基板へ出力するための出力電極 (5 0、6 0) とが形成されており、

前記入力電極及び前記出力電極がそれぞれ、ワイヤ (4 2、5 2、6 2) により前記回路基板と電気的に接続されている半導体装置において、

前記半導体基板には、前記入力電極のワイヤ (4 2) と前記出力電極のワイヤ (5 2、6 2) との間を容量的に遮断するために一定電位とされた遮断用ワイヤ (7 0) が、設けられていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 前記半導体基板 (1 2) は矩形状であり、

前記入力電極 (4 0) と前記出力電極 (5 0、6 0) とは、前記半導体基板の異なる辺に対応して位置していることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】 前記遮断用ワイヤ (7 0) は接地されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】 前記遮断用ワイヤ (7 0) は、前記半導体基板 (1 2) のうち前記入力電極 (4 0) のワイヤ (4 2) と前記出力電極 (5 0、6 0) のワイヤ (5 2、6 2) との間の部位において、前記入力電極及び前記出力電極のどちらか一方のワイヤに近寄った位置に設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

【請求項 5】 回路基板 (K 1) と半導体基板 (1 2) とを有し、

前記半導体基板には、第 1 の方向 (x) 及びこの第 1 の方向と直交する第 2 の方向 (y) へ振動可能な可動部 (3 0) と、

この可動部を前記第 1 の方向へ振動させるために前記回路基板から前記可動部に

周期的な信号を入力するための駆動電極（４０）と、

前記可動部の前記第１の方向への振動に基づく容量変化をモニタし、前記回路基板へモニタ信号を出力するためのモニタ電極（６０）と、

前記可動部の前記第１の方向への振動のもと前記第１及び第２の方向と直交する軸（ｚ）回りに角速度が印加されたときに発生する前記可動部の前記第２の方向への振動に基づく容量変化を、前記角速度の検出信号として前記回路基板へ出力するための検出電極（５０）と、が形成されており、

前記駆動、モニタ及び検出の各電極と前記回路基板がそれぞれ、ワイヤ（４２、５２、６２）により前記回路基板と電氣的に接続されている角速度センサにおいて、

前記半導体基板には、前記駆動電極のワイヤ（４２）と前記モニタ電極及び前記検出電極のワイヤ（５２、６２）との間を電氣的に遮断する遮断用ワイヤ（７０）が、設けられていることを特徴とする角速度センサ。

【請求項６】 前記半導体基板（１２）は矩形状であり、

前記駆動電極（４０）と前記モニタ電極（６０）及び前記検出電極（５０）とは、前記半導体基板の異なる辺に対応して位置していることを特徴とする請求項６に記載の角速度センサ。

【請求項７】 前記遮断用ワイヤ（７０）は接地されていることを特徴とする請求項５または６に記載の角速度センサ。

【請求項８】 前記遮断用ワイヤ（７０）は、前記半導体基板（１２）のうち前記駆動電極（４０）のワイヤ（４２）と、前記モニタ電極（６０）及び前記検出電極（５０）のワイヤ（５２、６２）との間の部位において、前記駆動電極のワイヤに近寄った位置か、または前記モニタ電極及び前記検出電極のワイヤに近寄った位置に設けられていることを特徴とする請求項５ないし７のいずれか１つに記載の角速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体基板に形成され、周期的な信号の印加によって所定方向へ可

動する可動部を有する半導体装置に関し、例えば、振動型の角速度センサに適用することができる。

【0002】

【従来の技術】

この種の半導体装置としては、例えば、振動型の角速度センサが知られている。これは、半導体基板に、相直交する2つの方向へ振動可能な可動部と、この可動部を第1の方向へ振動させるために可動部に駆動信号を入力するための駆動電極と、可動部の第1の方向への振動に基づく容量変化をモニタしモニタ信号を出力するためのモニタ電極と、角速度が印加されたときに発生する可動部の第2の方向への振動に基づく容量変化を印加角速度の検出信号として出力する検出電極とが形成されたものである。

【0003】

そして、この角速度センサにおいては、例えば半導体基板は、回路基板に搭載され、入力電極である駆動電極、出力電極であるモニタ電極及び検出電極は、この回路基板に対してワイヤボンディング等により形成されたワイヤによって、電気的に接続され、回路基板と各電極とはワイヤを介して信号のやり取りが可能となっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明者は上記従来の振動型の角速度センサについて、試作検討を行った。図4は、この試作品の概略平面図である。この試作品は、例えば上記半導体基板として、2枚のシリコン基板が酸化膜を介して貼り合わされたSOI（シリコンオンインシュレータ）基板を用い、周知の半導体製造技術を用いて作ることができる。

【0005】

図4には、SOI基板における一方のシリコン基板12の平面形状が示されており、この一方のシリコン基板12には、溝を形成することにより、各部が形成されている。可動部30は、一方のシリコン基板12を支持する酸化膜及び他方のシリコン基板を部分的に除去することにより形成された開口部14上に、配置

されている。

【 0 0 0 6 】

可動部 3 0 は、図中の x 方向へバネ変形可能な駆動梁 3 3 及び y 方向へバネ変形可能な検出梁 3 4 を介して、可動部 3 0 の外周の基部 2 0 に支持されている。可動部 3 0 の外周部と基部 2 0 とが対向する部位には、次に述べるような櫛歯状の各電極部が形成されている。

【 0 0 0 7 】

即ち、可動部 3 0 に周期的な信号（駆動信号、例えば正弦波）を印加するための駆動電極 4 0 と、可動部 3 0 の x 方向への振動をモニタしモニタ信号を出力するためのモニタ電極 6 0 と、z 軸回りに角速度  $\Omega$  が印加されたときに発生する可動部 3 0 の y 方向への振動に基づく容量変化を角速度  $\Omega$  の検出信号として検出するための検出電極 5 0 とが形成されている。

【 0 0 0 8 】

また、上記 S O I 基板は、図示しない回路基板に搭載され、各電極 4 0 ~ 6 0 は、それぞれ各電極 4 0 ~ 6 0 対応して形成されたパッド 4 1、5 1、6 1 に接続されたワイヤ 4 2、5 2、6 2 を介して当該回路基板に電氣的に接続されている。

【 0 0 0 9 】

そして、この図 4 に示すセンサにおいては、回路基板から駆動電極 4 0 に駆動信号（正弦波等）を入力すると、駆動梁 3 3 によって可動部 3 0 は、x 方向へ振動（駆動振動）する。このとき、モニタ電極 6 0 における櫛歯間の容量変化を調べることにより、可動部 3 0 の駆動振動の周波数や振幅等をモニタし、駆動信号を調整できるようになっている。

【 0 0 1 0 】

この可動部 3 0 の駆動振動のもと、角速度  $\Omega$  が印加されると、可動部 3 0 には y 方向にコリオリ力が印加され、可動部 3 0 は検出梁 3 4 によって y 方向へ振動（検出振動）する。すると、この検出振動によって、検出電極 6 0 における櫛歯間の容量が変化するため、この変化を検出信号として出力することにより、角速度  $\Omega$  の大きさを求めることができる。

## 【0011】

ところで、図4に示すような角速度センサにおいて、体格の小型化や装置の動作精度の向上を進めていくと、各電極40～60のワイヤ42～62の間に存在する寄生容量によって、次のような問題が生じる。

## 【0012】

図4中、破線で示す様に、入力電極40のワイヤ42とモニタ電極60のワイヤ62との間には寄生容量 $Cw1$ が形成され、入力電極40のワイヤ42と検出電極50のワイヤ52との間には寄生容量 $Cw2$ が形成され、ワイヤ42とワイヤ52、62とは、それぞれ寄生容量 $Cw1$ 、 $Cw2$ を介してカップリングされた形となる。

## 【0013】

このようにワイヤ間の寄生容量を介したカップリングがあると、モニタ電極60からのモニタ信号および検出電極50からの検出信号には、駆動信号（入力信号）が回り込んだ信号（回り込み駆動信号）がノイズやオフセットとして乗ってくる。この回り込み駆動信号は、モニタ・検出信号と比して非常に大きいので、正確なモニタ、検出信号を出力できない、という問題が発生する。

## 【0014】

例えば、図4に示す角速度センサは、駆動回路として自励発振回路を有し、モニタ信号に基づいて、可動部30へ入力する駆動信号をフィードバック制御するようになっている。ここにおいて、モニタ信号に回り込み駆動信号がノイズとして重畳されると、駆動信号の正確な制御ができず、可動部30を精度良く共振周波数で駆動振動させることが難しくなってくる。

## 【0015】

また、角速度センサの小型化を図る場合、半導体基板の小型化に伴い、上記寄生容量が形成されるワイヤ間の間隔も狭くなり、当該寄生容量が大きくなっていく。そのため、回り込み駆動信号が大きくなり、出力信号（モニタ信号及び検出信号）への回り込み駆動信号の影響は、一層大きくなってしまう。

## 【0016】

なお、このようなワイヤ間の寄生容量を介したカップリングによる入力信号（



駆動信号)の回り込みの問題は、上記角速度センサに限らない。すなわち、この問題は、回路基板と半導体基板とを有し、該半導体基板に、所定方向へ可動する可動部と、この可動部を所定方向へ可動させるために回路基板から可動部に周期的な信号を入力するための入力電極と、可動部の所定方向への可動に基づく容量変化を回路基板へ出力するための出力電極とを形成し、入力電極及び出力電極がそれぞれ、ワイヤにより回路基板と電気的に接続されている半導体装置において、共通して発生すると考えられる。

【0017】

そこで、本発明は上記問題に鑑み、入力電極のワイヤと出力電極のワイヤとの間の寄生容量を介したカップリングによる、出力信号への入力信号の回り込みを低減することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記した入力信号の回り込みは、入力電極のワイヤと出力電極のワイヤ間の寄生容量（例えば、上記図4中のCw1、Cw2）が大きいほど比例して大きくなることから、当該ワイヤ間の寄生容量を低減することに着目してなされたものである。

【0019】

すなわち、請求項1に記載の発明では、回路基板(K1)と、半導体基板(12)とを有し、半導体基板には、所定方向(x、y)へ可動となっている可動部(30)と、この可動部を所定方向へ可動させるために回路基板から可動部に周期的な信号を入力するための入力電極(40)と、可動部の所定方向への可動に基づく容量変化を回路基板へ出力するための出力電極(50、60)とが形成されており、入力電極及び出力電極がそれぞれ、ワイヤ(42、52、62)により回路基板と電気的に接続されている半導体装置において、半導体基板に、入力電極のワイヤ(42)と出力電極のワイヤ(52、62)との間を容量的に遮断するために一定電位とされた遮断用ワイヤ(70)を、設けたことを特徴としている。

【0020】

本発明によれば、遮断用ワイヤによって入力電極のワイヤと出力電極のワイヤとの間の寄生容量を小さくすることができるため、入力電極のワイヤと出力電極のワイヤとの間の寄生容量を介したカップリングによる、出力信号への入力信号の回り込みを低減することができる。

## 【 0 0 2 1 】

ここで、請求項 2 に記載の発明では、半導体基板（12）を矩形状とした場合、入力電極（40）と出力電極（50、60）とを、半導体基板の異なる辺に対応して位置させることを特徴としている。それによれば、入力電極と出力電極とをより離れた位置に配置することができるため、入力電極のワイヤと出力電極のワイヤとの間の寄生容量を小さくでき、好ましい。

## 【 0 0 2 2 】

また、請求項 3 に記載の発明では、遮断用ワイヤ（70）が接地されていることを特徴としている。遮断用ワイヤを一定電位に安定させるためには、接地することが好ましい。

## 【 0 0 2 3 】

また、請求項 4 に記載の発明では、遮断用ワイヤ（70）を、半導体基板（12）のうち入力電極（40）のワイヤ（42）と出力電極（50、60）のワイヤ（52、62）との間の部位において、入力電極及び出力電極のどちらか一方のワイヤに近寄った位置に設けたことを特徴としている。

## 【 0 0 2 4 】

本発明のように、遮断用ワイヤを一方の電極のワイヤに偏らせて位置させる方が、入力電極のワイヤと出力電極のワイヤとの間の真中に位置させるよりも、遮断用ワイヤによる容量の遮断を適切に実現することができ、好ましい。

## 【 0 0 2 5 】

また、請求項 5 に記載の発明では、振動型の角速度センサにおいて、半導体基板（12）に、駆動電極（40）のワイヤ（42）とモニタ電極（60）及び検出電極（50）のワイヤ（52、62）との間を電氣的に遮断する遮断用ワイヤ（70）を、設けたことを特徴としている。

## 【 0 0 2 6 】

本発明によれば、駆動電極が入力電極、モニタ及び検出電極が出力電極に相当し、請求項 1 に記載の半導体装置と同様の作用効果を実現する角速度センサを提供することができる。

【 0 0 2 7 】

また、請求項 6 に記載の発明では、半導体基板（12）を矩形状とし、駆動電極（40）とモニタ電極（60）及び検出電極（50）とを、半導体基板の異なる辺に対応して位置させたことを特徴としている。

【 0 0 2 8 】

また、請求項 7 に記載の発明では、遮断用ワイヤ（70）を接地したことを特徴としている。

【 0 0 2 9 】

さらに、請求項 8 に記載の発明では、遮断用ワイヤ（70）を、半導体基板（12）のうち駆動電極（40）のワイヤ（42）とモニタ電極（60）及び検出電極（50）のワイヤ（52、62）との間の部位において、駆動電極のワイヤに近寄った位置か、またはモニタ電極及び検出電極のワイヤに近寄った位置に設けたことを特徴としている。

【 0 0 3 0 】

これら請求項 6、請求項 7、請求項 8 に記載の発明も、請求項 5 の発明と同様の理由から、それぞれ、請求項 2、請求項 3、請求項 4 に記載の半導体装置、と同様の作用効果を実現することができる。

【 0 0 3 1 】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【 0 0 3 2 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。本実施形態は、本発明の半導体装置を振動型の角速度センサに具体化したものとして説明する。図 1 は、本実施形態に係る角速度センサ S 1 を示す平面図であり、図 2 は、図 1 中の A - A 断面図である。なお、本角速度センサ S 1 は上記図 4 に示す角速度センサを一

部変形したものであり、互いに同一の部分には同一符号を付してある。

【0033】

角速度センサ S 1 は、半導体基板に周知のマイクロマシン加工を施すことにより形成される。センサ S 1 を構成する貼り合わせ基板は、図 2 に示す様に、第 1 の半導体基板としての第 1 シリコン基板 1 1 上に絶縁層としての酸化膜 1 3 を介して第 2 の半導体基板としての第 2 シリコン基板 1 2 を貼り合わせてなる矩形状の S O I 基板 1 0 である。

【0034】

また、この S O I 基板 1 0 は、図 2 に示す様に、第 1 シリコン基板 1 1 側にて、回路チップ（本発明でいう回路基板）K 1 に接着剤等を介して一体に固定されている。なお、本角速度センサ S 1 に備えられる回路チップ K 1 は、S O I 基板 1 0 が搭載されていなくとも良く、S O I 基板 1 0 とは別位置に設けられていても良い。

【0035】

第 2 シリコン基板（本発明でいう半導体基板）1 2 には、エッチング加工を施すことにより溝を形成し、第 2 シリコン基板 1 2 を周辺部側に位置する枠状の基部 2 0 と、この基部 2 0 の内周側に位置して可動する可動部 3 0 とに区画している。

【0036】

ここで、可動部 3 0 に対応した部分においては、第 1 シリコン基板 1 1 及び酸化膜 1 3 は除去されており、開口部 1 4 が形成されている。そして、基部 2 0 は、この開口部 1 4 の縁部にて酸化膜 1 3 を介して第 1 シリコン基板 1 1 に支持されている。

【0037】

可動部 3 0 は、第 2 シリコン基板 1 2 の中央部に位置する略長形状の第 1 の可動部 3 1 と、第 1 の可動部 3 1 における x 方向（第 1 の方向）の両外側に設けられた柱状の第 2 の可動部 3 2 とよりなる。そして、可動部 3 0 においては、第 2 の可動部 3 2 は略コノ字形状をなす駆動梁 3 3 を介して基部 2 0 に連結され、第 1 の可動部 3 1 は、検出梁 3 4 を介して第 2 の可動部 3 2 に連結されている。

## 【 0 0 3 8 】

ここで、駆動梁 3 3 は、実質的に x 方向にのみ自由度を持つものであり、この駆動梁 3 3 によって可動部 3 0 全体が x 方向へ振動可能となっている。一方、検出梁 3 4 は、実質的に y 方向（第 2 の方向）にのみ自由度を持つものであり、この検出梁 3 4 によって可動部 3 0 のうち第 1 の可動部 3 1 が y 方向へ振動可能となっている。

## 【 0 0 3 9 】

また、第 2 シリコン基板 1 2 のうち、第 2 の可動部 3 2 における x 方向の両外側には、開口部 1 4 の縁部に支持された櫛歯状の駆動電極 4 0（図示例では 1 個ずつ）が形成されている。この駆動電極（本発明でいう入力電極）4 0 は、可動部 3 0 全体を x 方向（第 1 の方向）へ振動（駆動振動）させるために、回路チップ K 1 から可動部 3 0 に周期的な信号（駆動信号、入力信号）を入力するためのものである。

## 【 0 0 4 0 】

そして、駆動電極 4 0 は、第 2 の可動部 3 2 から突出する櫛歯部 3 5 に対し、互いの櫛歯が噛み合うように対向して配置されている。ここで、駆動電極 4 0 には、回路チップ K 1 とワイヤボンディング等により電氣的に接続されるためのパッド（駆動電極用パッド）4 1 がアルミ等により形成されている。

## 【 0 0 4 1 】

また、第 2 シリコン基板 1 2 のうち、第 1 の可動部 3 1 における y 方向の両外側には、開口部 1 4 の縁部に支持された櫛歯状の検出電極 5 0（図示例では 1 個ずつ）が形成されている。

## 【 0 0 4 2 】

この検出電極（本発明でいう出力電極）5 0 は、可動部 3 0 の駆動振動のもと x 及び y 方向と直交する z 軸回りに角速度  $\Omega$  が印加されたときに発生する可動部 3 0（第 1 の可動部 3 2）の y 方向（第 2 の方向）への振動（検出振動）に基づく容量変化を、角速度  $\Omega$  の検出信号として回路チップ K 1 へ出力するためのものである。

## 【 0 0 4 3 】

そして、検出電極50は、第1の可動部31から突出する櫛歯部36に対し、互いの櫛歯が噛み合うように対向して配置されている。ここで、検出電極50には、回路チップK1とワイヤボンディング等により電氣的に接続されるためのパッド（検出電極用パッド）51がアルミ等により形成されている。

## 【0044】

また、第2シリコン基板12のうち第2の可動部32におけるx方向の両外側には、開口部14の縁部に支持された櫛歯状のモニタ電極60（図示例では2個ずつ）が形成されている。このモニタ電極（本発明でいう出力電極）60は、可動部30のx方向への駆動振動をモニタし、回路チップK1へモニタ信号を出力するためのものである。

## 【0045】

そして、モニタ電極60は、第2の可動部32から突出する櫛歯部37に対し、互いの櫛歯が噛み合うように対向して配置されている。ここで、モニタ電極60には、回路チップK1とワイヤボンディング等により電氣的に接続されるためのパッド（モニタ電極用パッド）61がアルミ等により形成されている。

## 【0046】

そして、上記した駆動、検出、モニタの各電極40～60は、それぞれに対応したパッド41、51、61にワイヤ42、52、62が接続され、このワイヤ42～62を介して回路チップK1に電氣的に接続されている。このワイヤ42～62は、金等のワイヤボンディング等により形成されるもので、このワイヤ42～62を介して、回路チップK1と各電極40～60とは信号のやり取りが可能となっている。

## 【0047】

ここで、本角速度センサS1における上記各電極40～60の位置関係をみると、矩形状の第2シリコン基板（半導体基板）12において、入力電極（駆動電極40）と出力電極（検出電極50及びモニタ電極60）とは、互いに直交する異なる辺に位置している（図1参照）。

## 【0048】

なお、上記した基部20、可動部30、駆動電極40、検出電極50、及びモ

モニタ電極 6 0 といった第 2 シリコン基板 1 2 に形成された各部は、上記溝により互いに電氣的に絶縁されている。

【 0 0 4 9 】

そして、本実施形態においては、第 2 シリコン基板（半導体基板） 1 2 のうち入力電極のワイヤと出力電極のワイヤとの間、すなわち、駆動電極 4 0 のワイヤ（駆動用ワイヤ） 4 2 と、検出電極 5 0 のワイヤ（検出用ワイヤ） 5 2 及びモニタ電極 6 0 のワイヤ（モニタ用ワイヤ） 6 2 との間には、当該ワイヤ間を容量的に遮断するために一定電位とされた遮断用ワイヤ 7 0 が、設けられている。

【 0 0 5 0 】

この遮断用ワイヤ 7 0 は、第 2 シリコン基板 1 2 上に形成されたパッド 7 1 に接続されており、例えば、回路チップ K 1 を介して接地される等により、一定電位となっている。この遮断用ワイヤ 7 0 も金等のワイヤボンディング等により形成することができる。

【 0 0 5 1 】

また、特に、図 1 に示す例では、遮断用ワイヤ 7 0 は、駆動用ワイヤ 4 2 とモニタ用ワイヤ 6 2 及び検出用ワイヤ 5 2 との間の部位において、駆動用ワイヤ 4 2 に近寄った位置と、モニタ用ワイヤ 6 2 及び検出用ワイヤ 5 2 に近寄った位置に設けられている。

【 0 0 5 2 】

かかる角速度センサ S 1 においては、回路チップ K 1 から駆動電極用パッド 4 1、駆動用ワイヤ 4 2 を介して駆動電極 4 0 に正弦波電圧、矩形波電圧等の周期的な駆動信号（入力信号）を印加し、上記櫛歯部 3 5 と駆動電極 4 0 との間に静電気力を発生させる。それにより、駆動梁 3 3 によって可動部 3 0 全体が x 方向へ駆動振動する。

【 0 0 5 3 】

このとき、上述したように、モニタ電極 6 0 における櫛歯間の容量変化を調べることにより、可動部 3 0 の駆動振動の周波数や振幅等をモニタする。そして、モニタされた容量変化がモニタ信号として、モニタ電極用パッド 6 1 及びモニタ用パッド 6 2 から回路チップ K 1 へフィードバックされることにより、自励発振

回路の働きによって駆動信号が調整され、可動部 3 0 は正常な駆動振動が可能となっている。

## 【 0 0 5 4 】

この可動部 3 0 の駆動振動のもと、 $z$  軸回りに角速度  $\Omega$  が印加されると、可動部 3 0 には  $y$  方向にコリオリ力が印加され、可動部 3 0 のうち第 1 の可動部 3 1 が、検出梁 3 4 によって  $y$  方向へ検出振動する。すると、この検出振動によって、検出電極 5 0 における櫛歯間の容量が変化するため、この容量変化を回路チップ K 1 へ出力して検出することにより、角速度  $\Omega$  の大きさを求めることができる。

## 【 0 0 5 5 】

ところで、本実施形態によれば、遮断用ワイヤ 7 0 の存在によって、入力電極（駆動電極）4 0 のワイヤ 4 2 と出力電極（モニタ電極及び検出電極）5 0、6 0 のワイヤ 5 2、6 2 との間の寄生容量（上記図 4 の  $Cw1$ 、 $Cw2$  に相当）を小さくすることができる。

## 【 0 0 5 6 】

実際には、入力電極のワイヤ 4 2 と出力電極のワイヤ 5 2、6 2 との間で、電気力線が多少、遮断用ワイヤ 7 0 を飛び越えて作用するため、当該寄生容量は完全に無くすることはできないが、上記図 4 に示す角速度センサに比べて、大幅に当該寄生容量を低減することができる。

## 【 0 0 5 7 】

ちなみに、本発明者等の解析によれば、駆動用ワイヤ 4 2 と検出用及びモニタ用ワイヤ 5 2、6 2 との間の寄生容量は、遮断用ワイヤを持たない上記図 4 に示す角速度センサでは  $0.27 \text{ fF}$  であるのに対し、本実施形態では  $0.15 \text{ fF}$  と、約  $1/2$  に低減することができた。

## 【 0 0 5 8 】

よって、本実施形態によれば、入力電極 4 0 のワイヤ 4 2 と出力電極 5 0、6 0 のワイヤ 5 2、6 2 との間の寄生容量を介したカップリングによる、出力信号（モニタ信号、検出信号）への入力信号（駆動信号）の回り込みを低減することができる。



## 【 0 0 5 9 】

そして、可動部 3 0 を共振周波数にて精度良く駆動させることができ、また、角速度の検出信号の感度も向上する。また、センサの小型化に伴うワイヤ間隔の狭小化にも対応可能なセンサを実現することができる。

## 【 0 0 6 0 】

また、本実施形態では、各電極 4 0 ～ 6 0 の位置関係を、矩形状の第 2 シリコン基板 1 2 において、駆動電極 4 0 と検出電極 5 0 及びモニタ電極 6 0 とが互いに直交する異なる辺に位置しているものとしている。これにより、駆動電極 4 0 と検出電極 5 0 及びモニタ電極 6 0 とをより離れた位置に配置することができる。

## 【 0 0 6 1 】

そのため、駆動用ワイヤ 4 2 と、検出用ワイヤ 5 2 及びモニタ用ワイヤ 6 2 との間の寄生容量を小さくでき、好ましい。特に、図 1 に示す例では、駆動用ワイヤ 4 2 と、検出用ワイヤ 5 2 及びモニタ用ワイヤ 6 2 とが互いに略直角の位置関係にあるため、平行に対向する場合に比べてワイヤ間の寄生容量を一層小さくすることができる。

## 【 0 0 6 2 】

また、本実施形態の遮断用ワイヤ 7 0 は、その作用から明らかなように、遮断用ワイヤ 7 0 と駆動用ワイヤ 4 2 との間に形成される容量に溜まろうとする電荷を除去できるように一定電位となっていればよい。このような一定電位状態を安定させるためには、遮断用ワイヤ 7 0 を接地することが好ましい。

## 【 0 0 6 3 】

また、本実施形態では、遮断用ワイヤ 7 0 を、第 2 シリコン基板 1 2 のうち駆動用ワイヤ 4 2 と検出用及びモニタ用ワイヤ 5 2、6 2 との間の部位において、駆動用ワイヤ 4 2 の方か、または、検出用及びモニタ用ワイヤ 5 2、6 2 の方に近寄った位置に設けることが好ましい。

## 【 0 0 6 4 】

つまり、図 1 に示す例では、遮断用ワイヤ 7 0 は、駆動用ワイヤ 4 2 に近寄った位置、及び、検出用及びモニタ用ワイヤ 5 2、6 2 に近寄った位置に、それぞ

れ遮断用ワイヤ70が設けられている。

【0065】

ワイヤ間に作用する電気力線は、一方のワイヤから、いったん広がり、他方のワイヤへ収束するように形作られる。そのため、上述のように遮断用ワイヤ70をどちらかの電極側のワイヤに偏らせて位置させる方が、両ワイヤ42と52及び62との真中に位置させるよりも、遮断用ワイヤ70による容量（電気力線）の遮断を適切に実現することができ、好ましい。

【0066】

なお、本実施形態では、SOI基板10を用いているため、図2に示す様に、基部20側の各電極40～60は、酸化膜13を介して第1シリコン基板11に支持された構成となっている。

【0067】

そのため、図3に模式的に示す様に、駆動電極40と第1シリコン基板11との間に形成される寄生容量 $C_{p1}$ と、モニタ電極60と第1シリコン基板11との間及び検出電極50と第1シリコン基板11との間に形成される寄生容量 $C_{p2}$ との間でカップリングが生じる。

【0068】

このように酸化膜13を介したカップリングによっても、モニタ電極60からのモニタ信号および検出電極50からの検出信号には、駆動信号が酸化膜13を介して回り込んだ信号（以下、酸化膜を介した回り込み駆動信号という）がノイズとして乗ってくる。

【0069】

そのため、本実施形態では、より好ましい形態として、図1に示す様に、第2シリコン基板12に、溝によって上記各部20～70と電氣的に絶縁されたダミー電極80を設けている。

【0070】

ダミー電極80は、検出電極50とモニタ電極60との間にて、開口部14の縁部に支持されている。そして、このダミー電極80も、アルミ等により形成されたパッド（ダミー電極用パッド）81を介してワイヤ（ダミー用ワイヤ）82

によって回路チップ K 1 と電氣的に接続されている。

【 0 0 7 1 】

このように形成されたダミー電極 8 0 においても、モニタ電極 6 0 及び検出電極 5 0 と駆動電極 4 0 との間の寄生容量 ( $C_{p1}$ 、 $C_{p2}$ ) と同様に、酸化膜 1 3 を介して駆動電極 4 0 との間に容量が生じる。

【 0 0 7 2 】

このダミー電極 8 0 と駆動電極 4 0 との間に生じる容量は、酸化膜 1 3 を介してダミー電極 8 0 と第 1 シリコン基板 1 1 との間形成される容量 (ダミー容量) と、駆動電極 4 0 の寄生容量  $C_{p1}$  (図 3 参照) との間のカップリング容量である。

【 0 0 7 3 】

ここにおいて、本実施形態では、ダミー電極 8 0 と駆動電極 4 0 との間に形成される容量が、検出電極 5 0 及びモニタ電極 6 0 の各々と駆動電極 4 0 との間に酸化膜 1 3 を介して形成される寄生容量 ( $C_{p1} + C_{p2}$ ) と同じものとなっている。これは、言い換えれば、上記ダミー容量が、検出電極 5 0 及びモニタ電極 6 0 の各々と第 1 シリコン基板 1 1 との間の寄生容量  $C_{p2}$  に等しいことである。

【 0 0 7 4 】

このことは、具体的には、図 1 に示す様に、開口部 1 4 の縁部における検出、モニタ、ダミーの電極の各々の平面形状を同一にする等により、ダミー電極 8 0 における酸化膜 1 3 を介した第 1 シリコン基板 1 1 への投射面積を、モニタ電極 6 0 及び検出電極 5 0 の個々における酸化膜 1 3 を介した第 1 シリコン基板 1 1 への投射面積と同じとすることにより、適切に実現されている。

【 0 0 7 5 】

こうして、本実施形態では、第 2 シリコン基板 1 2 にダミー電極 8 0 を形成し、このダミー電極 8 0 と駆動電極 4 0 との間に酸化膜 1 3 を介して形成される容量が、モニタ電極 6 0 及び検出電極 5 0 と駆動電極 4 0 との間に酸化膜 1 3 を介して形成される寄生容量 (以下、モニタ・検出寄生容量という) と同じになっている。

## 【0076】

そして、ダミー電極80と駆動電極40間の容量と、モニタ・検出寄生容量とが同じであるため、ダミー電極80からの信号（以下、ダミー信号という）は、モニタ電極60及び検出電極50からの各信号に現れる酸化膜を介した回り込み駆動信号と同等の信号となる。

## 【0077】

そのため、例えば、回路チップK1にてモニタ信号とダミー信号との差動出力を取ったり、検出信号とダミー信号との差動出力を取ったりすることによって、酸化膜13を介したカップリングによる回り込み駆動信号（ノイズ成分）を、キャンセルすることができる。

## 【0078】

ここで、ダミー用ワイヤ82と駆動用ワイヤ42との間にもワイヤ間の寄生容量を介したカップリングがあるため、もし、遮断用ワイヤ70が無い場合、ダミー信号にも、ワイヤ42、82間の寄生容量を介したカップリングによる回り込み駆動信号（以下、ワイヤ間回り込み駆動信号という）がノイズやオフセットとして乗ってくる。

## 【0079】

しかし、本実施形態では、図1に示す様に、ダミー用ワイヤ82と駆動用ワイヤ42との間にも、遮断用ワイヤ70が位置するため、ダミー用ワイヤ82と駆動用ワイヤ42との間のワイヤ間寄生容量も低減することができる。そのため、ダミー信号の精度も良くなり、酸化膜を介した回り込み駆動信号のダミー信号によるキャンセル効果を、より効果的に発揮することができる。

## 【0080】

このことについて、モニタ信号とダミー信号との差動出力を取ることにより、酸化膜を介した回り込み駆動信号をキャンセルする場合を例にとって、より具体的に述べる。モニタ用ワイヤ62と駆動用ワイヤ42とのワイヤ間寄生容量を $Cw1$ 、ダミー用ワイヤ82と駆動用ワイヤ42とのワイヤ間寄生容量を $Cw3$ 、駆動信号の電圧を $V$ とする。

## 【0081】

すると、ワイヤ間回り込み駆動信号は、モニタ信号においては、電荷 $Q_1$ で示すと $Q_1 = C_{w1} \times V$ 、一方、ダミー信号においては、電荷 $Q_3$ で示すと $Q_3 = C_{w3} \times V$ である。モニタ信号とダミー信号との差動出力を取ると、酸化膜を介した回り込み駆動信号の分は、モニタ信号から実質的にキャンセルされるが、 $Q_1 - Q_3 = (C_{w1} - C_{w3}) \times V$ のワイヤ間回り込み駆動信号による誤差分は残る。

## 【 0 0 8 2 】

ここにおいて、遮断用ワイヤ70によって上記各ワイヤ間寄生容量 $C_{w1}$ 及び $C_{w3}$ を低減できるため、 $(C_{w1} - C_{w3})$ を小さくでき、結果的に、差動出力を取った場合のワイヤ間回り込み駆動信号による誤差分を小さくできる。よって、遮断用ワイヤ70によって、酸化膜を介した回り込み駆動信号のダミー信号によるキャンセル効果が、より効果的に発揮される。

## 【 0 0 8 3 】

このように、本実施形態では、遮断用ワイヤ70を設けたことに加えて、ダミー電極80を設けたことにより、回路チップK1側にて特に複雑な信号処理を行うことなく、モニタ信号・検出信号にノイズとして現れるワイヤ間回り込み駆動信号や酸化膜を介した回り込み駆動信号を効率的に低減することができる。

## 【 0 0 8 4 】

(他の実施形態)

なお、入力電極40のワイヤ42と出力電極50、60のワイヤ52、62との間に設けられる遮断用ワイヤ70は、1本でも3本以上でもよい。

## 【 0 0 8 5 】

また、上記実施形態では、開口部14は矩形状であったが、開口部14は矩形状でなくとも他の幾何学的形状であっても良い。また、開口部14は、酸化膜13及び第1シリコン基板11の厚み方向を貫通するものでなくとも良く、例えば、犠牲層エッチング等により酸化膜13を除去し、第1シリコン基板11は残すことにより凹部を形成し、当該凹部を開口部として構成しても良い。

## 【 0 0 8 6 】

また、角速度センサS1を構成する半導体基板としては、上記SOI基板10

に限定されない。

【 0 0 8 7 】

また、本発明の半導体装置は、回路基板と半導体基板とを有し、半導体基板に、所定方向へ可動な可動部と、可動部を所定方向へ可動させるために回路基板から可動部に周期的な信号を入力するための入力電極と、可動部の所定方向への可動に基づく容量変化を回路基板へ出力するための出力電極とを形成し、入力電極及び出力電極がそれぞれワイヤにより回路基板と電氣的に接続されているものであれば、上記振動型の角速度センサに限定されるものではない。例えば、半導体基板よりなるレーザスキャン用のミラー等のアクチュエータにも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態に係る角速度センサを示す平面図である。

【図 2】

図 1 中の A - A 断面図である。

【図 3】

図 1 に示す角速度センサにおける駆動電極とモニタ電極及び検出電極との間に酸化膜を介して発生する寄生容量を説明するための説明図である。

【図 4】

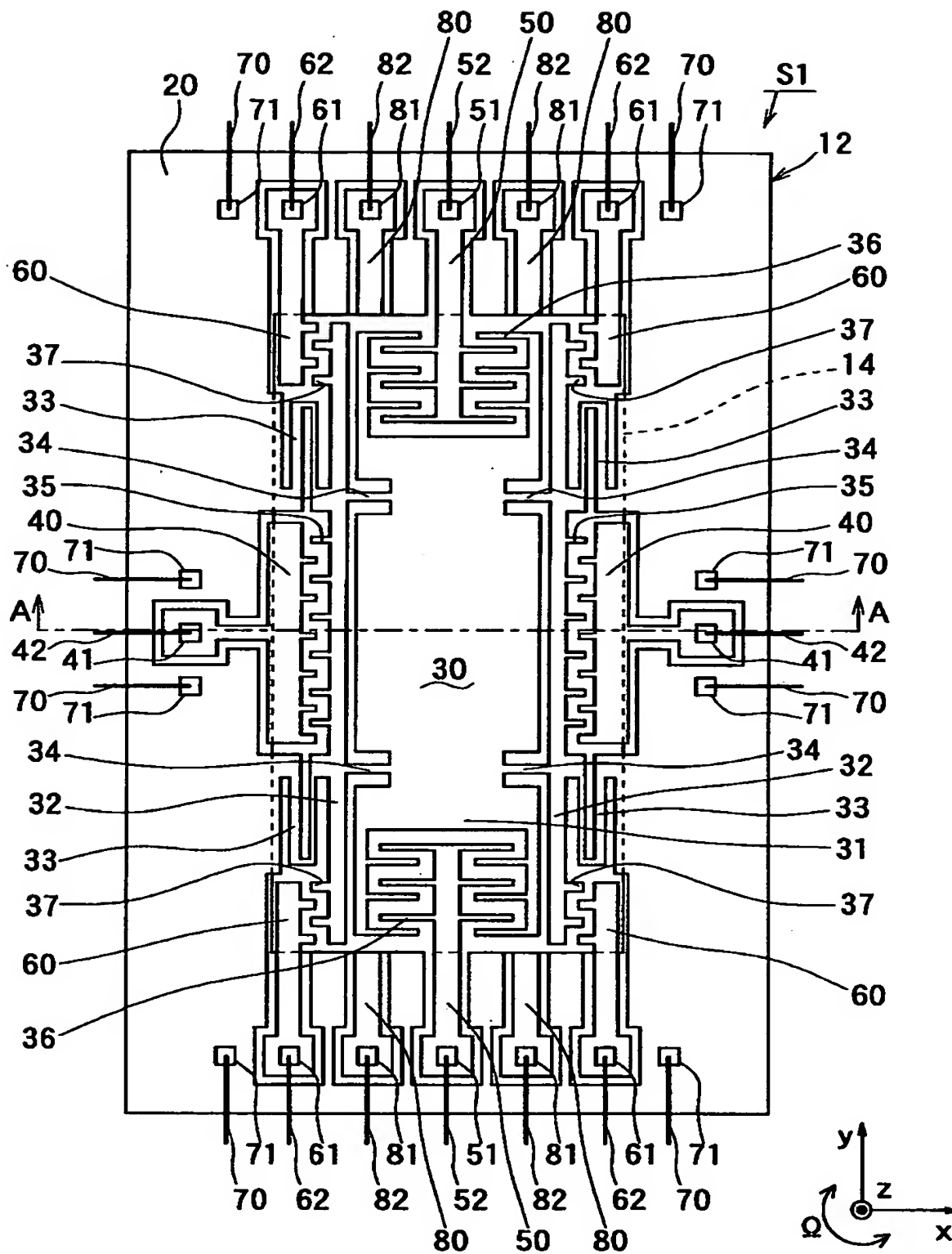
本発明者が試作した角速度センサを示す平面図である。

【符号の説明】

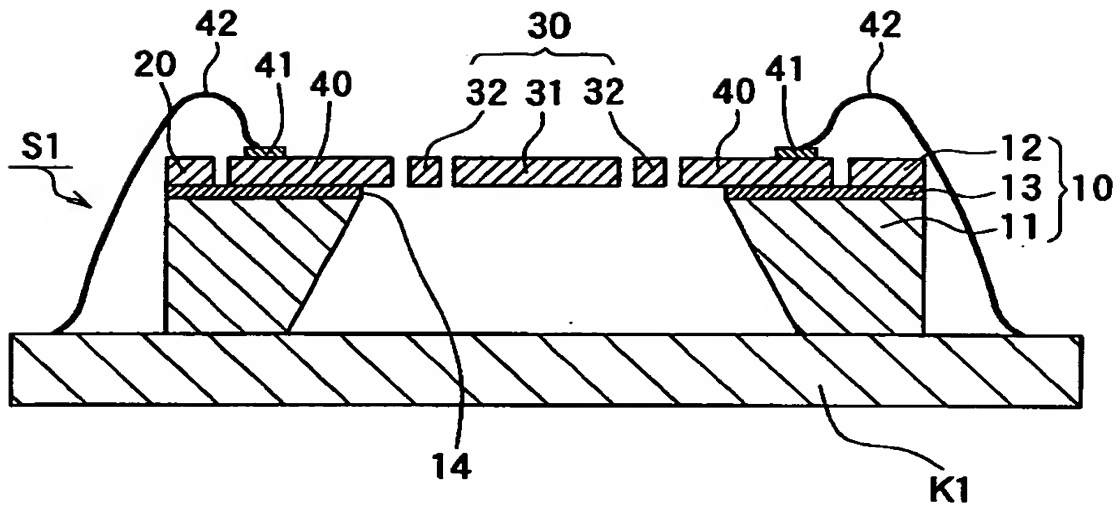
1 2 … 第 2 シリコン基板、 3 0 … 可動部、 4 0 … 駆動電極、  
4 2 … 駆動用ワイヤ、 5 0 … 検出電極、 5 2 … 検出用ワイヤ、  
6 0 … モニタ電極、 6 2 … モニタ用ワイヤ、 7 0 … 遮断用ワイヤ、  
K 1 … 回路チップ

【書類名】 図面

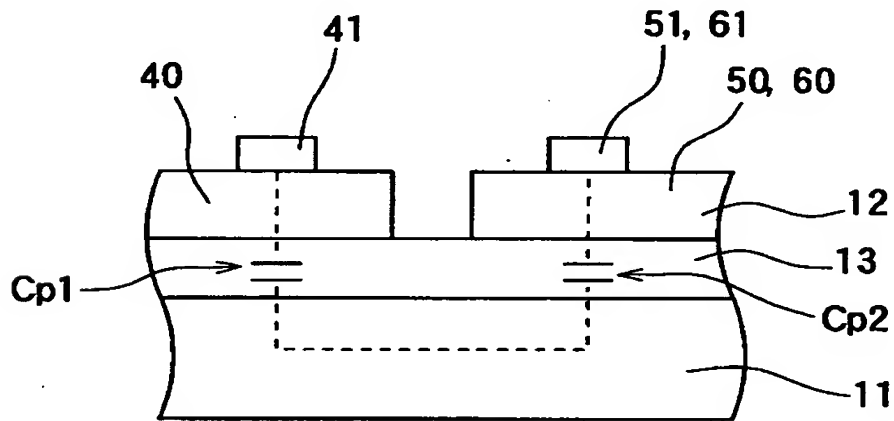
【図 1】



【図 2】

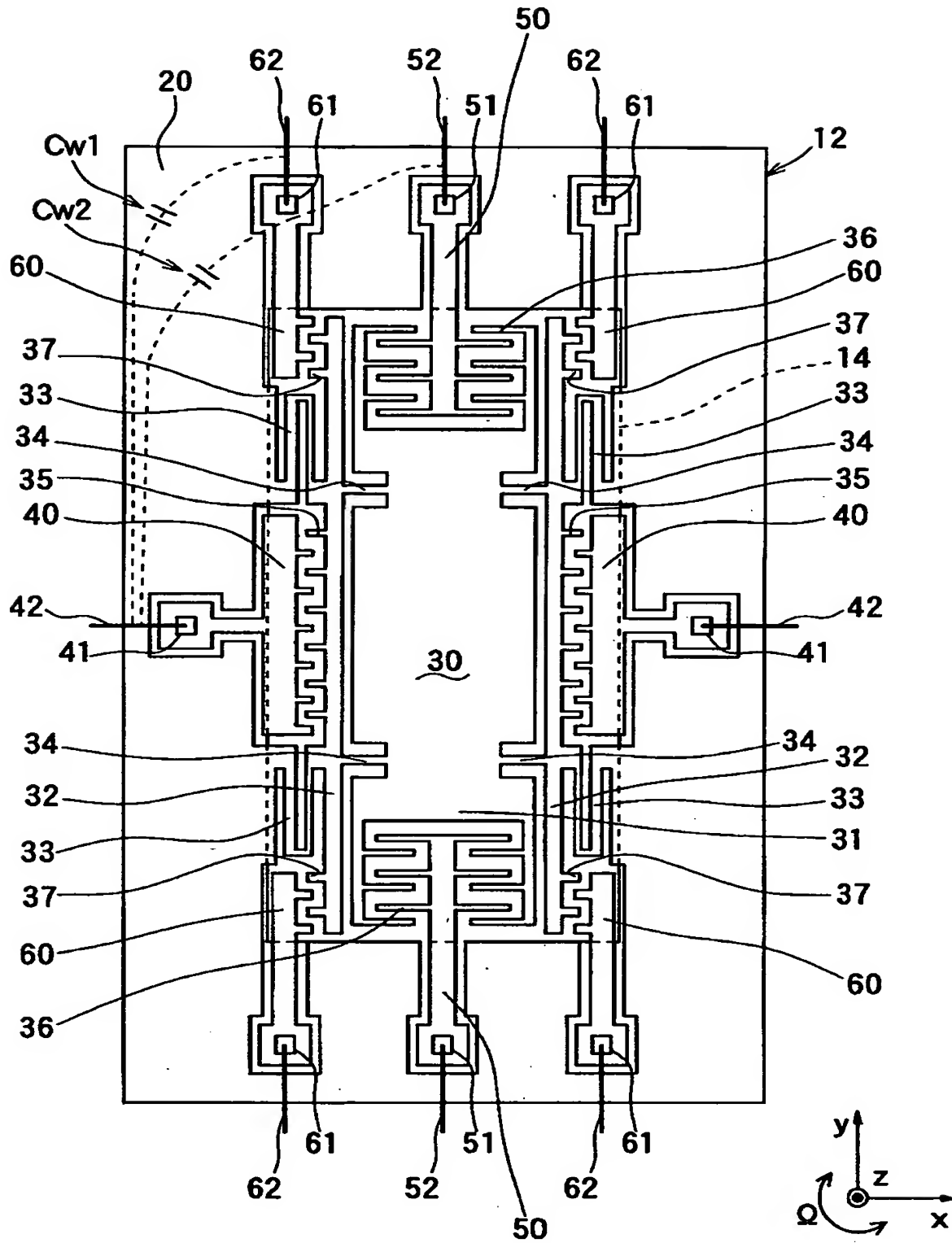


【図 3】





【図4】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    入力電極のワイヤと出力電極のワイヤとの間の寄生容量を介したカップリングによる、出力信号への入力信号の回り込みを低減する。

【解決手段】    半導体基板 1 2 に、相直交する 2 つの方向  $x$ 、 $y$  へ振動可能な可動部 3 0 と、この可動部 3 0 を  $x$  方向へ振動させるために可動部 3 0 に駆動信号を入力するための駆動電極 4 0 と、可動部 3 0 の  $x$  方向への振動に基づく容量変化をモニタしモニタ信号を出力するためのモニタ電極 6 0 と、角速度  $\Omega$  が印加されたときに発生する可動部 3 0 の  $y$  方向への振動に基づく容量変化を印加角速度  $\Omega$  の検出信号として出力する検出電極 5 0 とが形成されており、駆動電極 4 0 のワイヤ 4 2 とモニタ電極 6 0 及び検出電極 5 0 のワイヤ 5 2、6 2 との間には、当該ワイヤ間を電氣的に遮断する遮断用ワイヤ 7 0 が設けられている。

【選択図】            図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日	1996年10月 8日
[変更理由]	名称変更
住 所	愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
氏 名	株式会社デンソー